

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-130403

(43)Date of publication of application : 18.05.1999

(51)Int.Cl.

C01B 3/34
H01M 8/04
H01M 8/06

(21)Application number : 09-296579

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 29.10.1997

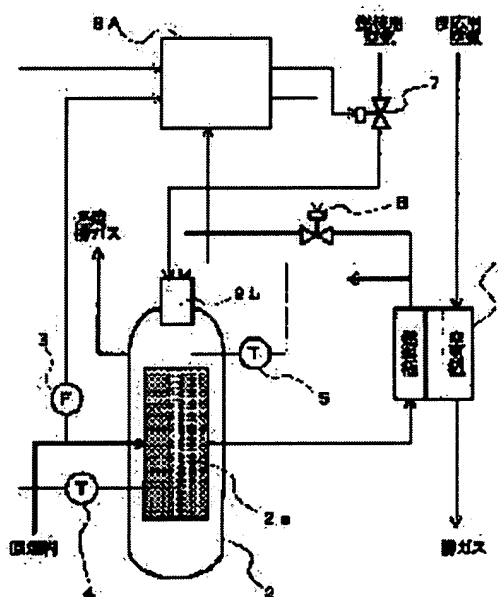
(72)Inventor : NISHIGAKI HIDEO

(54) METHOD FOR CONTROLLING TEMPERATURE OF REFORMER FOR FUEL CELL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To attain a stable reforming reaction by smoothly detecting the temp. change and properly controlling the temp. of a catalytic layer even if rapid change of load occurs.

SOLUTION: The temp. is controlled by measuring the temp. of a waste gas generated by the combustion with a burner 2b with a waste gas temp. detector 5 and adjusting flow rate control valves 6, 7 with a control device 8A so that the temp. of the waste gas becomes a standard value calculated from the flow rate of a raw fuel measured by a raw fuel detector 3 and the temp. of the catalyst layer 2a measured by a catalyst layer temp. detector 4 to adjust the flow rates of a combustion gas and air for combustion fed to the burner 2b.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

11.09.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成11年(1999)5月18日

G

1・燃料電池本体 2・改訂器 2a・船舶編層
2b・バーナ 3・原燃料流量検出器 4・船舶編層温度検出器
5・排ガス温度検出器 6・流量調整弁 7・流量調整弁
8A・制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】付設のバーナへ燃料ガスと空気を供給して燃焼させ、内部の触媒層に導入した天然ガス等の原燃料を加熱して、水素濃度の高い燃料ガスを得る燃料電池用改質器において、

触媒層に導入する原燃料の流量と、触媒層の温度と、バーナで燃焼された燃料ガスの排ガスの温度を測定し、排ガスの温度を原燃料の流量の測定値と触媒層の温度の測定値より算出される標準値に設定して運転することにより、触媒層の温度を制御することを特徴とする燃料電池用改質器の温度制御方法。

【請求項2】請求項1に記載の燃料電池用改質器の温度制御方法において、前記の排ガスの温度の標準値が、定常時の基準値に、原燃料の流量の測定値と定常時の基準値との差に比例する量、ならびに触媒層の温度の定常時の基準値と測定値の差に比例する量を加えてなる標準値であることを特徴とする燃料電池用改質器の温度制御方法。

【請求項3】請求項1または2に記載の燃料電池用改質器の温度制御方法において、前記の排ガスの温度の測定値と触媒層の温度の測定値が、それぞれ複数の温度計により測定された値の平均値であることを特徴とする燃料電池用改質器の温度制御方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、天然ガス等の原燃料ガスを燃料電池本体に供給する水素濃度の高い燃料ガスへと改質する燃料電池用改質器の運転温度の制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】天然ガス等の原燃料ガスを水蒸気と反応させて水素を得る改質器の技術は、化学工業において発達した技術である。化学工業における改質器の運用は、定格負荷での連続運転が一般的であり、装置の停止を年に1回～数回に抑えて、経済性を追求した運転が行われている。また、負荷変化は一般的には行わず、仮に変化がある場合にも、急速な変化は要求されない。これに対して、燃料電池は発電装置であり、電力需要の変化に対応して比較的大きな頻度で起動、停止が行われ、頻繁に、かつ急速な負荷変化が要求される。したがって、燃料電池に用いられる改質器においては、従来の化学工業の改質器とは異なり、速い負荷変化に対する優れた追随性が要求される。

【0003】図3は、従来より用いられている燃料電池用改質器の温度制御方法を示すフロー図である。図において、1は模式的に表示した燃料電池本体、2は改質器、2aは改質器2に内蔵された触媒層、2bは改質器2に付設された加熱用のバーナ、3は改質器2の触媒層2aへと導入される原燃料の流量を測定する原燃料流量検出器、4は触媒層2aの出口の温度を測定する触媒層

温度検出器、5はバーナ2bで燃焼されて排出される燃焼排ガスの温度を測定する排ガス温度検出器である。また、6は、燃料電池本体1の燃料極より排出されバーナ2bへと送られて燃焼に用いられる燃料極排出ガスの流量を調整する流量調整弁、7は、外部よりバーナ2bへと送られる燃焼用空気の流量を調整する流量調整弁であり、8は、流量調整弁6、7を制御する制御装置である。

【0004】図に見られるように、従来の燃料電池用改質器においては、触媒層温度検出器4によって触媒層2aの出口の温度を測定し、測定信号を制御装置8へと送り、この測定値が常に所定の基準温度となるように、制御装置8により流量調整弁6、7へと制御信号を送って制御し、測定温度が基準温度より高い場合にはバーナ2bの燃焼量を減少させるよう調整し、測定温度が基準温度より低い場合にはバーナ2bの燃焼量を増大させるよう調整して、改質器2より得られる改質ガスの組成変化を抑えている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記のごとく触媒層温度検出器4によって触媒層2aの出口の温度を測定し、これによってバーナ2bの燃焼量を調整して触媒層2aの温度が一定に保持されれば、改質ガスの組成変化のない安定した改質操作が行われることとなる。しかしながら、通常用いられる改質器においては、金属部材と内蔵される触媒の熱容量が大きいので、負荷変動等の外乱が加わってから触媒層2aの出口の温度に変化が現れるまでに時間遅れがあり、このため適正な温度制御が行えないという問題点がある。

【0006】図4は、従来の運転制御方法による発明者らの改質器の実機運転の結果の一例を示す特性図で、改質器の負荷すなわち導入する原燃料ガスの流量を変化させたときの触媒層温度および燃焼排ガスの温度の時間変化を示したものである。図に見られるように、負荷を増加させると、触媒層温度は時間遅れを経たのち下降を始め、燃焼量を増大させるようフィードバックが加わることに伴い上昇へと転じている。ついで触媒層温度が基準値を上回ることにより燃焼量を減少させるようフィードバックが加わり、負荷が一定であるので、時間とともに触媒層温度も基準値へと制御されている。負荷を減少させると、時間遅れを経たのち上昇を始め、フィードバックが加わるとともに下降に転じている。ついで再びフィードバックが加わって上昇に転じ、負荷が一定となるとともに、時間遅れを経て触媒層温度も基準値へと制御されている。本例においては触媒層温度に約50℃の変動が生じている。なお、図に示したように燃焼排ガス温度は約60℃の変動を生じているが、その変化は負荷変動と類似であり、触媒層温度のごとき大幅なオーバーシュートやアンダーシュートは生じていない。

【0007】図4に示した例では、触媒層温度は時間経

過とともに基準値へと収束し制御されているが、大幅なオーバーシュートやアンダーシュートが見られ、負荷条件によっては、収束するまでにさらに長い時間が必要となることがわかる。また、オーバーシュートが過大になると、機器運転の上限温度を越え、非常停止に至る可能性があり、また、アンダーシュートが過大となり触媒層温度が低下すると、改質反応の低下にともなって改質ガス中の水素濃度が低下し、燃料電池本体の水素利用率が上昇し、破損を生じる危険性がある。

【0008】本発明は上記のごとき従来技術の問題点を考慮してなされたもので、本発明の目的は、急激な負荷変動が生じる場合にあって、負荷変動に伴う温度変化が速やかに検知され、触媒層温度が適切に制御されて安定した改質反応が得られる燃料電池用改質器の温度制御方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明においては、付設のバーナへ燃料ガスと空気を供給して燃焼させ、内部の触媒層に導入した天然ガス等の原燃料を加熱して、水素濃度の高い燃料ガスを得る燃料電池用改質器において、

(1) 触媒層に導入する原燃料の流量と、触媒層の温度と、バーナで燃焼された燃料ガスの排ガスの温度を測定し、排ガスの温度を原燃料の流量の測定値と触媒層の温度の測定値より算出される標準値に設定して運転することにより、触媒層の温度を制御することとする。

【0010】(2) さらに、上記(1)において用いる上記の排ガスの温度の標準値を、定常時の基準値に、原燃料の流量の測定値と定常時の基準値との差に比例する

$$T_g = T_g(0) + \alpha (F_g - F_g(0)) + \beta (T_c(0) - T_c) \quad (1)$$

上記の式に用いられている比例定数 α 、 β のうち、 α は改質器の構造、容量により定まる定数である。また、 β は必要とする制御に応じて実験的に選定する定数である。

【0013】したがって、上記の(1)、さらには(2)のごとくとすれば、改質器の温度が効果的に制御されることとなり、また(3)のごとくとすれば、燃焼排ガスの温度および触媒層温度がより正確に測定されることとなるので、より効果的である。

【0014】

【発明の実施の形態】

<実施例1>図1は、本発明の燃料電池用改質器の温度制御方法の第1の実施例を示すフロー図である。図において、図3に示した従来例のフロー図に記載の構成部品と同一機能を備えた構成部品には同一符号を付し、重複する説明は省略する。

【0015】従来例においては、触媒層温度検出器4の測定信号を受けた制御装置8により流量調整弁6、7が制御され、改質器2のバーナ2bの燃焼量が調整されていたのに対して、本実施例においては、原燃料流量検出

量、ならびに触媒層の温度の定常時の基準値と測定値の差に比例する量を加えて得られる標準値とすることとする。

(3) さらにまた、上記(1)あるいは(2)において、上記の排ガスの温度の測定値、および触媒層の温度の測定値として、それぞれ複数の温度計により測定された値の平均値を用いることとする。

【0011】既に図4において説明したように、改質器の負荷変動に対する触媒層の温度の応答は遅く、数分から20分の遅れを生じる。これに対して燃焼排ガスの温度は速やかに応答し、オーバーシュートやアンダーシュートを生じることなく、負荷、すなわち導入される原燃料流量に対応した温度となる。したがって、負荷変動が生じた時、燃焼排ガスの温度を変動した負荷、すなわち原燃料流量に対応する温度となるよう制御すれば、変化速度の速い負荷変動に対して効果的な制御が行われることとなる。また、改質器においては、組成変化を極力抑える必要があり、そのためには触媒層の温度を一定に制御することが必要であるので、触媒層の温度の変化量に比例する補正を加えて、次式(1)のごとく算出される温度となるよう燃焼排ガスの温度を制御すれば、改質器の温度が効果的に制御されることとなる。なお、次式

(1)で、 $T_g(0)$ 、 $F_g(0)$ 、 $T_c(0)$ は、それぞれ燃焼排ガスの温度、原燃料流量、触媒層温度の初期値、すなわち変動前の値であり、 F_g 、 T_c は、原燃料流量、触媒層温度の測定値、 T_g は制御される燃焼排ガスの温度の設定値である。

【0012】

【数1】

器3で測定された原燃料流量の測定信号、触媒層温度検出器4で測定された触媒層温度の測定信号、および排ガス温度検出器5で測定された燃焼排ガスの温度測定信号を制御装置8Aへと送り、測定信号をもとに制御装置8Aより流量調整弁6、7へと制御信号が送って、改質器2のバーナ2bへと送られる燃焼用空気および燃料極排ガスの流量を制御し、測定された燃焼排ガスの温度が、原燃料流量の測定信号および触媒層温度の測定信号を用いて前述の式(1)で算出される設定温度となるよう制御している。

【0016】このように温度制御を行えば、改質器2の負荷変動に敏感なバーナの排ガス温度により制御されるので、従来のごとき時間遅れによるオーバーシュートやアンダーシュートを生じることなく、的確にかつ安定して温度の制御が行われることとなる。

<実施例2>図2は、本発明の燃料電池用改質器の温度制御方法の第2の実施例を示すフロー図である。本実施例の第1の実施例との差は、改質器2にそれぞれ複数の触媒層温度検出器と排ガス温度測定器が組み込まれており、2組の触媒層温度検出器4A、4Bの測定信号は演

算器10へと送られ、演算器10で平均して得られた測定結果が制御装置8Aへと送られ、また3組の排ガス温度測定器5A、5B、5Cの測定信号は演算器9へと送られ、演算器9で平均して得られた測定結果が制御装置8Aへと送られていることにある。

【0017】したがって、本構成では、より正確な温度測定値を用いて流量調整弁6、7が調整され、バーナ2bの燃焼量が制御されるので、より安定した温度制御が

$$T_g = 929 + 0.0783(F_g - 852) + (785 - T_c) \quad (2)$$

として、燃焼排ガスの設定温度を定めて制御している。本制御方式を用いて制御したときの触媒層温度の変動幅は、設定条件により差異があるが、通常の変動条件においては、従来の制御方式の場合の変動幅の凡そ半分以下に抑えられており、改質ガスの組成の均一化に極めて効果的であることがわかる。

【0019】

【発明の効果】上述のごとく、本発明によれば、付設のバーナへ燃料ガスと空気を供給して燃焼させ、触媒層に導入した原燃料を加熱して、水素濃度の高い燃料ガスを得る燃料電池用改質器において、

(1) バーナで燃焼された燃料ガスの排ガスの温度を、原燃料の流量の測定値と触媒層の温度の測定値より算出される標準値、例えば、定常時の基準値に、原燃料の流量の測定値と定常時の基準値との差に比例する量、ならびに触媒層の温度の定常時の基準値と測定値の差に比例する量を加えて得られる標準値、に設定して運転することにより触媒層の温度を制御することとしたので、急激な負荷変動が生じる場合にあっては、負荷変動に伴う温度変化が速やかに検知されて触媒層温度が適切に制御され、安定した改質反応が行われる燃料電池用改質器の温度制御方法が得られることとなった。

【0020】(2) また、上記の排ガスの温度の測定値、および触媒層の温度の測定値として、それぞれ複数の温度計により測定された値の平均値を用いることとすれば、より正確な値を用いて制御されるので、安定した

できることとなる。なお、本構成による温度制御を行っている発明者等の改質器においては、負荷、したがって原燃料の流量と燃焼排ガスの温度との関係の測定結果をもとに、前述の式(1)の定数を算定して、 $T_g(0) = 929(^{\circ}\text{C})$ 、 $F_g(0) = 852(\text{Nm}^3/\text{h})$ 、 $T_c(0) = 785(^{\circ}\text{C})$ 、 $\alpha = 0.0783$ 、 $\beta = 1.00$ とし、

【0018】

【数2】

改質反応が行われる燃料電池用改質器の温度制御方法としてより好適である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の燃料電池用改質器の温度制御方法の第1の実施例を示すフロー図

【図2】本発明の燃料電池用改質器の温度制御方法の第2の実施例を示すフロー図

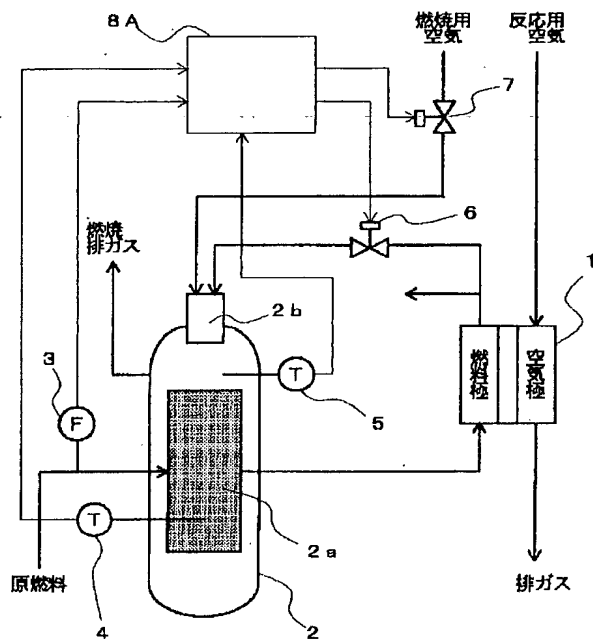
【図3】従来より用いられている燃料電池用改質器の温度制御方法を示すフロー図

【図4】従来の温度制御方法による発明者らの改質器の実機運転の結果の一例を示す特性図

【符号の説明】

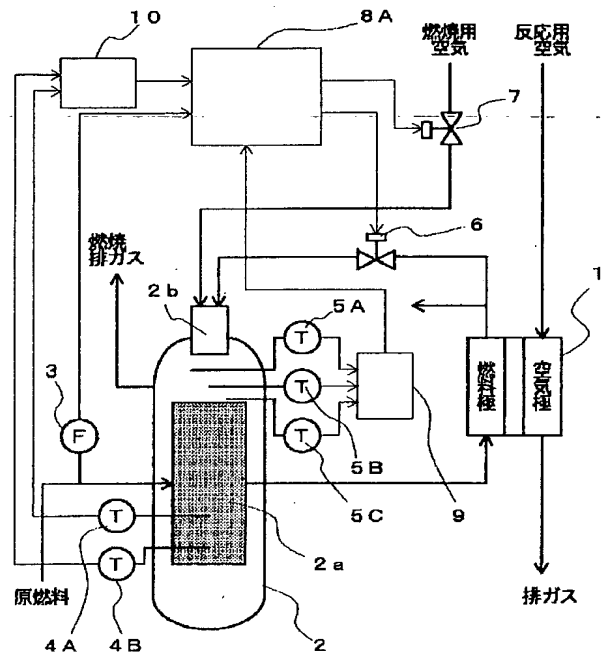
- 1 燃料電池本体
- 2 改質器
- 2a 触媒層
- 2b バーナ
- 3 原燃料流量検出器
- 4 触媒層温度検出器
- 4A、4B 触媒層温度検出器
- 5 排ガス温度検出器
- 5A、5B、5C 排ガス温度検出器
- 6 流量調整弁
- 7 流量調整弁
- 8A 制御装置
- 9 演算器
- 10 演算器

【図1】



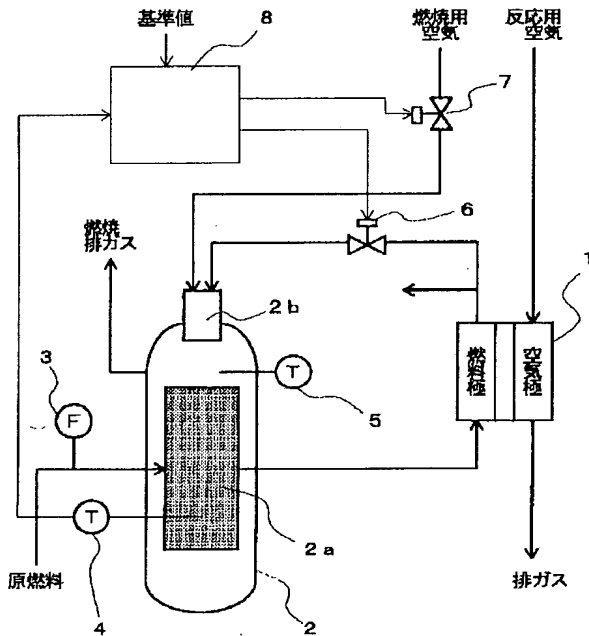
- 1・・・燃料電池本体 2・・・改質器 2a・・・触媒層
 2b・・・バーナ 3・・・原燃料流量検出器 4・・・触媒層温度検出器
 5・・・排ガス温度検出器 6・・・流量調整弁 7・・・流量調整弁
 8A・・・制御装置

【図2】

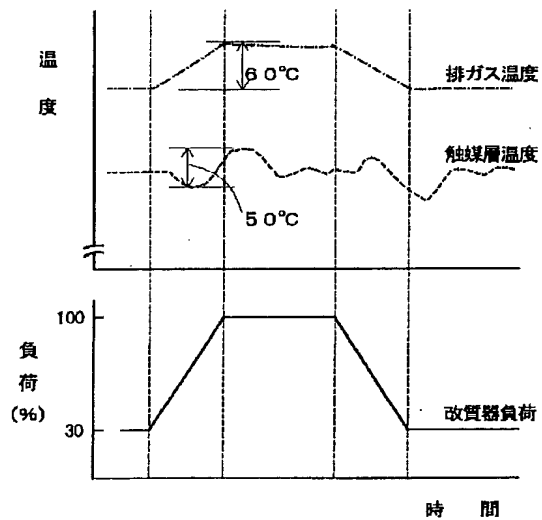


- 1・・・燃料電池本体 2・・・改質器 2a・・・触媒層
 2b・・・バーナ 3・・・原燃料流量検出器 4A, 4B・・・触媒層温度検出器
 5A, 5B, 5C・・・排ガス温度検出器 6・・・流量調整弁
 7・・・流量調整弁 8A・・・制御装置 9・・・演算器
 10・・・演算器

【図3】



【図4】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.